

MAGNETIC LEVITATION ROTATING DEVICE

Patent Number: JP11210673

Publication date: 1999-08-03

Inventor(s): KAMIYAMA HIROTOMO

Applicant(s):: KOYO SEIKO CO LTD

Application Number: JP19980015823 19980128

IPC Classification: F04D19/04 ; F16C32/04

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic levitation rotating device which can store memories on the hysteresis of operations and unusual break outs together with their times in details, can keep the contents of the memories even if a power source for control is cut out, can recognize the hysteresis of operations and unusual break outs in details, and can diagnose failures and something wrong with ease.

SOLUTION: This magnetic levitation rotating device is equipped with a machinery main body 1 having both a magnetic bearing 5 supporting a rotor 4 in a non-contact state and an electric motor 7 rotating the rotor 4, and with a controller 2 controlling the aforesaid machinery main body. The controller is equipped with a DSP(digital signal processor) controlling both the magnetic bearing 6 and the electric motor 7, a processing program in the DSP 14, a flush memory 16 storing control parameters, and a real time clock 15. The DSP 14 stores the hysteresis of the operation of the device and unusual breakouts together with times in the flush memory.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-210673

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月3日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

F 0 4 D 19/04

F 1 6 C 32/04

識別記号

F I

F 0 4 D 19/04

F 1 6 C 32/04

A

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平10-15823

(22) 出願日

平成10年(1998) 1月28日

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72) 発明者 上山 拓知

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋  
精工株式会社内

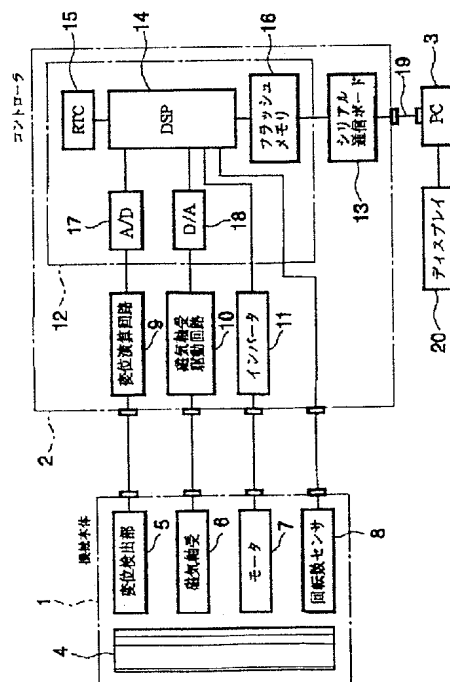
(74) 代理人 弁理士 岸本 瑛之助 (外4名)

(54) 【発明の名称】 磁気浮上回転装置

(57) 【要約】

【課題】 装置の運転の履歴および異常発生履歴をその時刻とともに詳細に記憶することができ、コントローラの電源を切っても記憶内容が消滅することがなく、したがって、装置の運転の履歴および異常発生履歴を詳細に知ることができ、故障、異常の診断が容易にできる磁気浮上回転装置を提供する。

【解決手段】 磁気浮上回転装置は、回転体4を非接触支持する磁気軸受6および回転体4を回転させる電動モータ7を有する機械本体1と、これを制御するコントローラ2とを備えている。コントローラ2が、磁気軸受6および電動モータ7を制御するDSP(デジタル信号処理プロセッサ)14と、DSP14における処理プログラムおよび制御パラメータを記憶したフラッシュメモリ16と、実時間クロック15とを備えている。DSP14が、実時間クロック15の出力に基づいて、装置の運転の履歴および異常発生履歴を時刻とともにフラッシュメモリ16に記憶させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転体を非接触支持する磁気軸受および前記回転体を回転させる電動モータを有する機械本体と、前記機械本体を制御するコントローラとを備えている磁気浮上回転装置において、

前記コントローラが、前記磁気軸受および前記電動モータを制御するデジタル処理手段と、前記デジタル処理手段における処理プログラムおよび制御パラメータを記憶した不揮発性メモリと、実時間クロックとを備え、前記デジタル処理手段が、前記実時間クロックの出力に基づいて、装置の運転の履歴および異常発生履歴を時刻とともに前記不揮発性メモリに記憶させる履歴記憶手段を備えていることを特徴とする磁気浮上回転装置。

【請求項2】前記不揮発性メモリがコンピュータに接続され、前記コンピュータが前記不揮発性メモリに記憶されている前記履歴を読み込んで表示させる表示手段を備えていることを特徴とする請求項1の磁気浮上回転装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回転体を磁気軸受により非接触支持して電動モータにより回転させる磁気浮上回転装置、たとえば半導体製造装置などに使用される磁気軸受を用いたターボ分子ポンプなどの磁気浮上回転装置に関する。

【0002】以下、磁気浮上回転装置としてターボ分子ポンプを例に説明する。

## 【0003】

【従来の技術】ターボ分子ポンプとして、ポンプを構成する回転体（ロータ）を制御型磁気軸受により非接触支持して電動モータにより回転させる機械本体（ポンプ本体）と、これを制御するコントローラとを備えているものが知られている。

【0004】このような従来の磁気浮上回転装置において、コントローラによる磁気軸受の制御はアナログPID制御が主であり、装置の運転の履歴や、故障などによる異常発生履歴を記憶しておくものはなかった。

【0005】この種の磁気浮上回転装置では、装置の使用状況を把握、管理するために、磁気軸受の駆動、モータの駆動などの運転の履歴を知る必要がある場合があるが、そのような場合、従来は、コントローラにアワーメータを設けて、磁気軸受の運転時間およびモータの運転時間を表示するようにしていた。

【0006】このため、コントローラに2つのアワーメータを別に設ける必要があった。しかも、アワーメータでは、磁気軸受あるいはモータの累積稼動時間を知ることができるだけであり、これらの運転の履歴の詳細を知ることができなかった。

【0007】また、この種の従来の磁気浮上回転装置には、装置に故障などによる異常が発生したときに、その

内容を表示して、記憶するものもあるが、コントローラの電源を切ると記憶内容が消滅するものが多く、記憶が残っている場合でも、最後に発生した異常の内容だけであった。

【0008】このため、発生した異常の内容から真の故障、異常の内容を診断することは困難であった。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】この発明の目的は、装置の運転の履歴および異常発生履歴をその時刻とともに詳細に記憶することができ、コントローラの電源を切っても記憶内容が消滅することがなく、したがって、装置の運転の履歴および異常発生履歴を詳細に知ることができ、故障、異常の診断が容易にできる磁気浮上回転装置を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段および発明の効果】この発明による磁気浮上回転装置は、回転体を非接触支持する磁気軸受および前記回転体を回転させる電動モータを有する機械本体と、前記機械本体を制御するコントローラとを備えている磁気浮上回転装置において、前記コントローラが、前記磁気軸受および前記電動モータを制御するデジタル処理手段と、前記デジタル処理手段における処理プログラムおよび制御パラメータを記憶した不揮発性メモリと、実時間クロックとを備え、前記デジタル処理手段が、前記実時間クロックの出力に基づいて、装置の運転の履歴および異常発生履歴を時刻とともに前記不揮発性メモリに記憶させる履歴記憶手段を備えていることを特徴とするものである。

【0011】デジタル処理手段としては、たとえばMPU（マイクロプロセッサ）、デジタル信号処理プロセッサなどが使用される。この明細書において、デジタル信号処理プロセッサ（Digital Signal Processor）とは、デジタル信号を入力してデジタル信号を出力し、ソフトウェアプログラムが可能で、高速実時間処理が可能な専用ハードウェアを指す。なお、これをDSPと略すことにする。

【0012】不揮発性メモリとしては、たとえば、フラッシュメモリ、EPROMなど、適当なものが使用される。

【0013】たとえば、磁気軸受の起動、停止、モータの起動、停止が行われるたびに、その内容がそのときの時刻とともに運転の履歴として不揮発性メモリに記憶される。また、機械本体あるいはコントローラの故障などにより、回転体の変位を検出するための変位センサの出力信号、回転体の回転数を検出するための回転数センサの出力信号、コントローラにおける制御信号の演算値などに異常が生じた場合などには、その都度、その異常の内容がそのときの時刻とともに異常発生履歴として不揮発性メモリに記憶される。このような運転の履歴および異常発生履歴は、不揮発性メモリに記憶されるた

め、コントローラの電源を切っても消滅することがない。したがって、いつでも任意の時点において、装置の運転の履歴を詳細に知ることができる。また、過去の複数の異常発生履歴を発生時刻とともに知ることができるため、これらに基づいて、真の故障、異常の原因を診断することができ、しかも診断が容易である。さらに、従来のようにアワーメータなどを設ける必要がなく、コントローラのコスト低減、小型化が可能である。

【0014】たとえば、前記不揮発性メモリがコンピュータに接続され、前記コンピュータが前記不揮発性メモリに記憶されている前記履歴を読み込んで表示させる表示手段を備えている。

【0015】コンピュータとしては、たとえばパソコン（パーソナルコンピュータ）が使用される。また、コンピュータは、たとえばケーブル、通信回線などを介して不揮発性メモリに接続される。

【0016】このようにすると、コンピュータ側で前記履歴を表示して、これを見ることができる。

【0017】以下、図面を参照して、この発明の実施形態について説明する。

【0018】図1は、この発明による磁気浮上回転装置をターボ分子ポンプに適用した場合の構成を示している。

【0019】ターボ分子ポンプは、ポンプ本体を構成する機械本体(1)およびポンプ制御部を構成するコントローラ(2)を備えており、コントローラ(2)にパソコン(3)が接続されている。

【0020】機械本体(1)には、ポンプを構成する回転体(ロータ)(4)、変位検出部(5)、制御型磁気軸受(6)、ビルトイン型電動モータ(7)および回転数センサ(8)が設けられている。

【0021】コントローラ(2)には、変位演算回路(9)、磁気軸受駆動回路(10)、インバータ(11)、DSPボード(12)およびシリアル通信ボード(13)が設けられ、DSPボード(12)には、デジタル処理手段としてのDSP(14)、実時間クロック(15)、不揮発性メモリであるフラッシュメモリ(16)、AD変換器(17)およびDA変換器(18)が設けられている。コントローラ(2)とパソコン(3)は互いに離れた場所に設置され、フラッシュメモリ(16)とパソコン(3)が通信ボード(13)とケーブル(19)を介して接続されている。図示は省略したが、コントローラ(2)には、電源投入スイッチ、電源遮断スイッチ、モータ起動スイッチ、モータ停止スイッチなどが設けられている。

【0022】磁気軸受(6)は、図示しない複数の電磁石の磁気吸引力により、回転体(4)の軸方向の1箇所において回転体(4)を軸方向の制御軸（アキシャル制御軸）方向に非接触支持するとともに、回転体(4)の軸方向の2箇所において、それぞれ、回転体(4)を互いに直交する2つの径方向の制御軸（ラジアル制御軸）方向に非接触支持するものである。変位検出部(5)は、図示は省略

したが、回転体(4)の変位を検出するための複数の変位センサを備えている。変位演算回路(9)は、変位検出部(5)の複数の変位センサの出力信号に基づいて、回転体(4)のアキシャル制御軸方向の変位を演算するとともに、回転体(4)の軸方向の2箇所における前記2つのラジアル制御軸方向の変位を演算し、これらの変位に対応する変位信号をAD変換器(17)を介してDSP(14)に出力する。DSP(14)は、AD変換器(17)から入力する変位信号に基づいて、磁気軸受(6)の各電磁石に対する制御電流値を演算し、これに対応する制御電流信号をDA変換器(18)を介して磁気軸受駆動回路(10)に出力する。磁気軸受駆動回路(10)は、磁気軸受(6)の電磁石に対応する複数の電力増幅器などを備えており、DA(18)から出力される制御電流信号に基づいて磁気軸受(6)の対応する電磁石に励磁電流を供給する。これにより、回転体(4)が所定の目標位置に非接触支持される。

【0023】モータ(7)は、磁気軸受(6)により非接触支持された回転体(4)を回転させるものである。回転数センサ(8)は、回転体(4)の回転数を検出するためのものであり、たとえば、回転体(4)の1回転当り一定数（たとえば1つ）のパルス信号をDSP(14)に出力する。DSP(14)は、回転数センサ(8)のパルス信号から回転体(4)の回転数を演算し、これに基づいて、モータ(7)の回転を制御するための回転数指令信号をインバータ(11)に出力する。そして、インバータ(11)は、DSP(14)からの回転数指令信号に基づいて、モータ(7)の回転を制御する。

【0024】実時間クロック(15)は、常時、一定のクロックパルスをカウントすることにより、実際の時刻を計時している。なお、コントローラ(2)の電源が入っていない間は、実時間クロック(15)は図示しないバックアップ用のバッテリーにより作動する。

【0025】フラッシュメモリ(16)には、DSP(14)における処理プログラムが格納されている。また、フラッシュメモリ(16)には、図示は省略したが、磁気軸受(6)の制御パラメータを記憶した制御パラメータテーブル、装置の運転履歴を記憶する運転履歴記憶テーブル、異常発生履歴を記憶する異常履歴記憶テーブルなどが設けられている。

【0026】コントローラ(2)の電源が投入されていない間は、回転体(4)は図示しないタッチダウン軸受により機械的に支持されて、停止している。コントローラ(2)の電源投入スイッチが操作されて、電源が投入されると、上記のように、磁気軸受(6)が駆動され、回転体(4)がタッチダウン軸受から離れて目標位置に非接触支持される。その後、モータ起動スイッチが操作されると、上記のように、モータ(7)が駆動されて、回転体(4)が回転させられ、装置の運転が続けられる。装置の運転中に、モータ停止スイッチが操作されると、DSP(14)からインバータ(11)に回転停止指令が出力され、モータ

(7)が停止して、回転体(4)が停止する。そして、回転体(4)が停止した後に、コントローラ(2)の電源遮断スイッチが操作されると、DSP(14)からの停止指令により、磁気軸受駆動回路(10)から磁気軸受(6)の電磁石への通電が停止し、磁気軸受(6)による回転体(4)の支持がなくなって、回転体(4)はタッチダウン軸受により機械的に支持され、電源が遮断される。

【0027】コントローラ(2)は、電源が投入されている間、磁気軸受(6)、モータ(7)など、装置の運転状況を把握し、それを装置の運転の履歴としてフラッシュメモリ(16)の運転履歴テーブルに記憶する。

【0028】すなわち、コントローラ(2)の電源投入スイッチが操作されると、実時間クロック(15)からそのときの時刻を読み込み、その時刻と磁気軸受(6)の運転が開始したことを運転履歴記憶テーブルに記憶する。同様に、モータ駆動スイッチが操作されると、そのときの時刻とモータ(7)の運転が開始したことを記憶し、モータ停止スイッチが操作されると、そのときの時刻とモータ(7)の運転が停止したことを記憶する。そして、電源遮断スイッチが操作されると、そのときの時刻と磁気軸受(6)の運転が停止したことを記憶し、その後、電源を遮断する。

【0029】また、コントローラ(2)は、電源が投入されている間、AD変換器(17)の出力信号である変位信号、回転数センサ(8)の出力信号、制御電流値の演算結果などを常時監視しており、これらの異常を検知すると、それを装置の異常発生履歴としてフラッシュメモリ(16)の異常履歴記憶テーブルに記憶する。

【0030】すなわち、装置のある箇所の異常を検知すると、実時間クロック(15)からそのときの時刻を読み込み、その時刻と異常の内容を異常履歴記憶テーブルに記憶する。

【0031】装置の運転の履歴、異常発生履歴は、不揮発性メモリであるフラッシュメモリ(16)に記憶されるので、コントローラ(2)の電源が遮断されても、消滅することはない。

【0032】パソコン(3)は、必要に応じ、フラッシュメモリ(16)の運転履歴記憶テーブルの内容および異常履歴

記憶テーブルの内容を読み込んで、外部メモリであるハードディスクなどに記憶し、必要に応じ、運転の履歴、異常発生履歴、あるいは両者を合わせたものをディスプレイ(20)に表示させる。

【0033】図2は、運転の履歴を発生時刻の順にディスプレイ(20)に表示させた1例を示している。

【0034】図2において、左側の欄は発生の年月日を、中央の欄は発生の時刻をそれぞれ表わしている。右側の欄は運転の履歴の内容を表わしており、「power on」は磁気軸受(6)の運転の開始を、「start」はモータ(7)の運転の開始を、「stop」はモータ(7)の運転の停止を、「power off」は磁気軸受(6)の運転の停止をそれぞれ表わしている。

【0035】装置の異常発生履歴も、同様に表示することができる。

【0036】また、必要に応じ、パソコン(3)により、フラッシュメモリ(16)の制御パラメータテーブルに記憶されている磁気軸受(6)の制御パラメータなどを書き替えることができる。しかしながら、コントローラ(2)は、パソコンなどのコンピュータに接続されなくてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

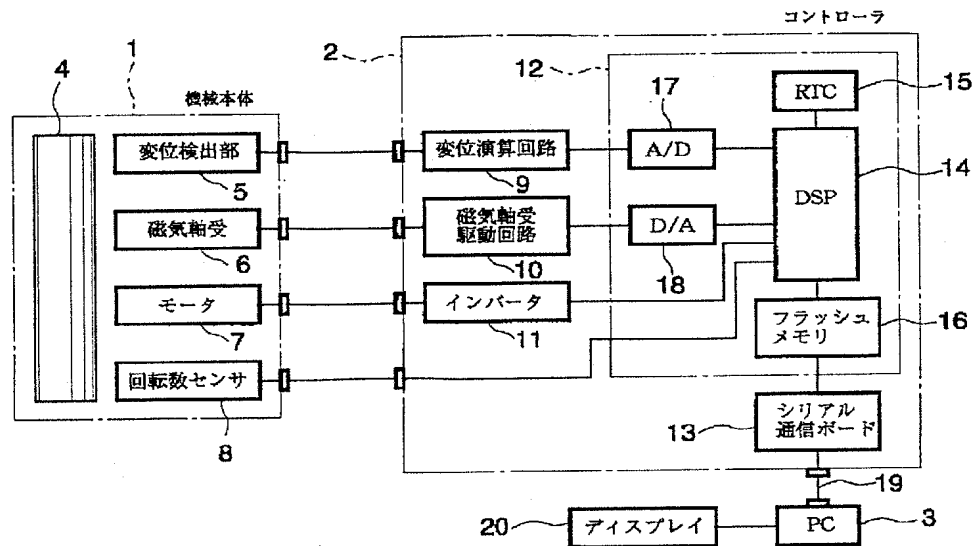
【図1】図1は、この発明の実施形態を示すターボ分子ポンプの概略構成図である。

【図2】図2は、パソコンのディスプレイの表示内容の1例を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

- |      |                |
|------|----------------|
| (1)  | 機械本体           |
| (2)  | コントローラ         |
| (3)  | パーソナルコンピュータ    |
| (4)  | 回転体            |
| (6)  | 磁気軸受           |
| (7)  | 電動モータ          |
| (14) | ディジタル信号処理プロセッサ |
| (15) | 実時間クロック        |
| (16) | フラッシュメモリ       |
| (20) | ディスプレイ         |

【図1】



【図2】

1997/03/25	16:31	power on
1997/03/25	16:32	start
1997/04/03	15:50	stop
1997/04/03	15:55	power off
.....		
.....		
.....		
.....		
1997/11/09	23:25	power off
1997/11/11	16:10	power on
1997/11/12	16:05	start